

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 11-182292
 (43) Date of publication of application : 06.07.1999

(51) Int.Cl.

F02D 41/06
 F02D 41/04
 F02D 41/34

(21) Application number : 09-347493
 (22) Date of filing : 17.12.1997

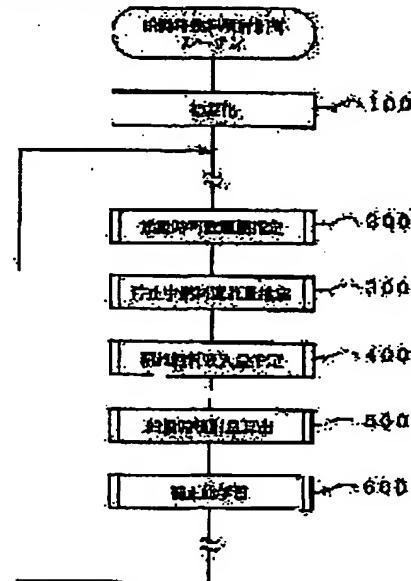
(71) Applicant : DENSO CORP
 (72) Inventor : ISOBE TAIJI

(54) FUEL INJECTION CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain position combustion from first injection fuel at the time of start-up.

SOLUTION: An air-fuel ratio range where a mixture in a cylinder is combustible is estimated on the basis of cooling water temperature (step 200). A total quantity of fuel having leaked from a fuel injection valve during stop of an engine is estimated (step 300), and a leakage fuel intake quantity taken into one cylinder out of leakage fuel is estimated (step 400). Taking account of the leakage fuel intake quantity, a start-up time fuel injection quantity is computed so that an air-fuel ratio of an intake mixture at the time of start-up is within a combustible range at the time of start-up (step 500). Fuel is injected at this start-up time fuel injection quantity synchronously with an intake stroke of each cylinder from first fuel injection. A combustion state of fuel in the first injection is judged, and on the basis of the judged result, a correction value to be reflected to compute a fuel injection quantity at the time of the following start-up is learned (step 600). Positive combustion can therefore be attained from a first injection fuel at the time of start-up.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.04.2004
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number]
 [Date of registration]
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

(3)例1.5

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-182292

(49)公開日 平成11年(1999)7月6日

(51)Int.Cl.
 F 02 D 41/06 3 3 0
 41/04 8 8 0
 41/34

F I
 F 02 D 41/06 3 3 0 Z
 41/04 3 3 0 L
 41/34 N

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全16頁)

(21)出願番号 特願平9-347493
 (22)出願日 平成9年(1997)12月17日

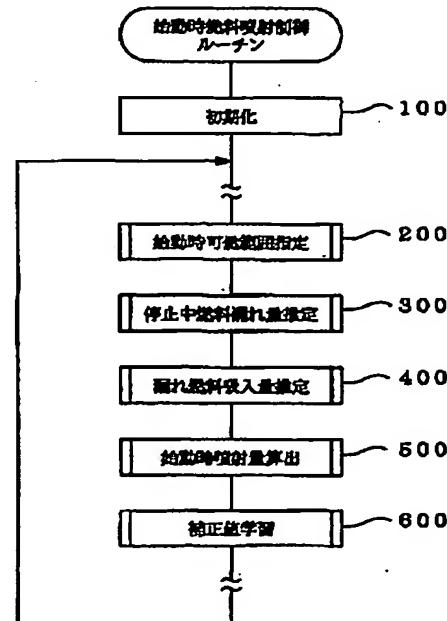
(71)出願人 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (72)発明者 碓部 大治
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 (74)代理人 弁理士 加古 宗男

(54)【発明の名称】 内燃機関の燃料噴射制御装置

(57)【要約】

【課題】 始動時に第1回目の噴射燃料から確実に燃焼させる。

【解決手段】 冷却水温に基づいて気筒内の混合気が燃焼可能な空燃比範囲を推定する(ステップ200)。この後、エンジン停止中に燃料噴射弁から漏れた燃料の総量を推定し(ステップ300)、漏れた燃料のうち1つの気筒内に吸入される漏れ燃料吸入量を推定する(ステップ400)。この後、漏れ燃料吸入量を考慮して、始動時の吸入混合気の空燃比が始動時可燃範囲内となるように始動時の燃料噴射量を算出する(ステップ500)。この始動時燃料噴射量で、第1回目の燃料噴射から各気筒の吸気行程に同期させて燃料を噴射する。この後、第1回目の噴射燃料の燃焼状態を判定し、その判定結果に基づいて、次回の始動時の燃料噴射量算出に反映させる補正値を学習する(ステップ600)。これにより、始動時に第1回目の噴射燃料から確実に燃焼させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の各気筒毎に燃料噴射弁から燃料を噴射する内燃機関の燃料噴射制御装置において、始動時に気筒判別して第1回目の燃料噴射から吸気行程に同期した燃料噴射を行う噴射時期制御手段と、始動時に第1回目の燃料噴射により気筒内に供給される混合気（以下「第1回目の吸入混合気」という）が燃焼可能な空燃比の範囲（以下「始動時可燃範囲」という）を少なくとも冷却水温情報に基づいて推定する始動時可燃範囲推定手段と、機関停止中に前記燃料噴射弁から漏れた燃料が1気筒内に吸入される量（以下「漏れ燃料吸入量」という）を推定する漏れ燃料吸入量推定手段と、前記漏れ燃料吸入量推定手段で推定した漏れ燃料吸入量を考慮して始動時の第1回目の吸入混合気の空燃比が前記始動時可燃範囲となるように第1回目の燃料噴射量を算出する始動時噴射量算出手段と、を備えていることを特徴とする内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項2】 始動時に第1回目の吸入混合気の燃焼状態（以下「第1回目の燃焼状態」という）を判定する燃焼状態判定手段と、

前記燃焼状態判定手段で判定した第1回目の燃焼状態に基づいて次回の始動時の第1回目の燃料噴射量を補正する補正值を学習する学習手段とを備え、前記始動時噴射量算出手段は、前記学習手段の学習補正值を用いて第1回目の燃料噴射量を補正することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項3】 前記燃料噴射弁から噴射する燃料を微粒化する燃料微粒化手段を備えていることを特徴とする請求項1又は2に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項4】 前記漏れ燃料吸入量推定手段は、機関停止中の漏れ燃料の総量を推定する手段と、前記漏れ燃料が拡散する吸気管容積に対する1気筒分の吸入空気量の比率と前記漏れ燃料の総量とに基づいて1気筒内に吸入される漏れ燃料吸入量を推定する手段とを備えていることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項5】 前記始動時噴射量算出手段は、前記漏れ燃料吸入量を考慮して、前記始動時可燃範囲におけるリーン限界を基準にして第1回目の燃料噴射量を算出することを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項6】 前記学習手段は、始動毎に前記始動時可燃範囲におけるリーン限界の燃料噴射量に対する補正值を学習し、前記燃焼状態判定手段で判定した第1回目の燃焼状態が適正でない時に、学習補正值を所定の学習ディザイナムだけリッチ側にずらした値に更新することを特徴とする請求項2に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項7】 前記学習手段は、前記漏れ燃料吸入量に応じて前記学習ディザイナムを切り換えることを特徴とする請求項6に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項8】 前記学習手段は、始動条件に応じて区分された複数の学習領域を設定し、始動毎にその始動条件に対応する学習領域の学習補正值を更新又は維持し、前記始動時噴射量算出手段は、現在の始動条件に対応する学習領域の学習補正值を用いて第1回目の燃料噴射量を補正することを特徴とする請求項2、6、7のいずれかに記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項9】 前記燃焼状態判定手段は、始動時に第1回目の燃焼行程での機関回転数の上昇具合又は筒内圧力の上昇具合に基づいて第1回目の燃焼状態を判定することを特徴とする請求項2、6乃至8のいずれかに記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、始動時の燃料噴射時期及び燃料噴射量を適正化した内燃機関の燃料噴射制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、内燃機関の始動性を向上させるために、実公平1-21156号公報に示すように、始動時の燃料噴射量と実際に始動に要した時間（始動時間）との関係を学習し、その学習結果に基づいて始動時間を短縮する方向に始動時の燃料噴射量を増減補正することが提案されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、内燃機関の始動性能は、始動時の燃料噴射方式が独立噴射、グループ噴射、非同期噴射のいずれであるかによって大きく異なる。例えば、グループ噴射や非同期噴射では、始動時に噴射した燃料が吸気ポート等に付着する量（ウェット量）が多くなり、その分、気筒内に吸入される燃料量が要求燃料量よりも少なくなる。このため、始動初期の混合気の空燃比が燃焼可能範囲よりもリーンになりやすく、始動性が悪いばかりか、始動時の未燃炭化水素（HC）の排出量が増加するという問題がある。また、独立噴射でも、噴射時期が吸気行程から離れていると、同様の問題が生じる。

【0004】 しかしながら、上記公報では、始動時の燃料噴射方式が具体的に記載されておらず、燃料噴射方式による始動性への影響が全く無視されているため、近年の益々厳しくなる排ガス規制や始動性向上の要求には、十分に対応することができない。

【0005】 また、機関停止中には、燃料噴射弁から燃料が僅かずつ漏れて吸気系内に拡散し、始動時にこの漏れ燃料が気筒内に吸入されるため、気筒内に吸入される混合気の空燃比が漏れ燃料の吸入によってずれてしまう。しかも、この漏れ燃料の吸入量は一定ではなく、機

(3)

特開平11-182292

閑停止時間が長くなるに従って、燃料噴射弁からの漏れ燃料が増加し、それに伴って、1気筒当たりの漏れ燃料吸入量が増加して、空燃比のずれ量も大きくなる。従って、上記公報のように、始動時の燃料噴射量と始動時間との関係のみを学習して燃料噴射量を補正したのでは、漏れ燃料の吸入による始動時の空燃比のずれを全く補正することができず、始動性向上・排気エミッション低減の効果が少ない。

【0006】本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、従ってその目的は、始動時に第1回目の噴射燃料から確実に燃焼させることができて、近年の益々厳しくなる排ガス規制や始動性向上の要求にも十分に対応することができる内燃機関の燃料噴射制御装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の請求項1の内燃機関の燃料噴射制御装置によれば、噴射時期制御手段によって、始動時に気筒判別して第1回目の燃料噴射から吸気行程に同期した燃料噴射を行う。これにより、噴射した燃料が直接、気筒内に吸入されるようになり、吸気ポート等への燃料の付着

(ウェット)が少なくなり、その分、始動時の空燃比制御が容易になる。更に、始動時には、第1回目の燃料噴射により気筒内に供給される混合気(以下「第1回目の吸入混合気」という)が燃焼可能な空燃比の範囲(以下「始動時可燃範囲」という)を少なくとも冷却水温情報に基づいて始動時可燃範囲推定手段により推定すると共に、機関停止中に燃料噴射弁から漏れた燃料が1気筒内に吸入される量(以下「漏れ燃料吸入量」という)を漏れ燃料吸入量推定手段により推定する。そして、この漏れ燃料吸入量を考慮して始動時の第1回目の吸入混合気の空燃比が始動時可燃範囲となるように第1回目の燃料噴射量を始動時噴射量算出手段により算出する。このようにすれば、始動時に漏れ燃料の吸入の影響を受けずに、第1回目の燃料噴射から混合気の空燃比を確実に始動時可燃範囲に設定することができ、第1回目の噴射燃料から確実に燃焼させることができ、始動性向上できと共に、始動時のHC排出量を低減できる。

【0008】この場合、請求項2のように、始動時に第1回目の吸入混合気の燃焼状態(以下「第1回目の燃焼状態」という)を燃焼状態判定手段により判定し、第1回目の燃焼状態に基づいて次回の始動時の第1回目の燃料噴射量を補正する補正值を学習手段により学習し、この学習補正值を用いて第1回目の燃料噴射量を補正するようにしても良い。このようにすれば、燃料噴射弁等の燃料供給系部品やセンサ等の制御系部品の個体差(ばらつき)や経時劣化による燃料噴射特性のばらつきがあつても、このばらつきを学習効果により自動的に修正することができ、始動性向上や排気エミッション低減の効果を長期間安定して持続させることができる。

【0009】また、請求項3のように、燃料噴射弁から噴射する燃料を微粒化する燃料微粒化手段を設けた構成としても良い。このようにすれば、燃料の燃焼性が向上し、低温時においても、第1回目の噴射燃料から確実に燃焼させることができる。

【0010】また、請求項4のように、漏れ燃料吸入量を推定する際に、機関停止中の漏れ燃料の総量を推定し、漏れ燃料が拡散する吸気管容積に対する1気筒分の吸入空気量の比率と、推定した漏れ燃料の総量とに基づいて1気筒内に吸入される漏れ燃料吸入量を推定すると良い。このようにすれば、機関停止中の漏れ燃料の吸気管内への拡散作用を考慮して、1気筒当たりの漏れ燃料吸入量を精度良く推定することができる。

【0011】更に、請求項5のように、漏れ燃料吸入量を考慮して、始動時可燃範囲におけるリーン限界を基準にして第1回目の燃料噴射量を算出すると良い。このように、リーン限界を基準にすれば、第1回目の燃料噴射量を始動時可燃範囲内で必要最少量に設定でき、始動時のHC排出量の大幅な低減が可能となる。

【0012】また、請求項6のように、始動毎に始動時可燃範囲におけるリーン限界の燃料噴射量に対する補正值を学習し、燃焼状態判定手段で判定した第1回目の燃焼状態が適正でない時に、学習補正值を所定の学習ディザイナムだけリッチ側にずらした値に更新するようにしても良い。このようにすれば、第1回目の燃焼状態が適正となる必要最少量の燃料噴射量を学習することができ、燃料供給系や制御系のばらつきがあつても、その影響を受けずに、始動時のHC排出量を確実に低減することができる。

【0013】この場合、請求項7のように、学習補正值を更新する学習ディザイナムを漏れ燃料吸入量に応じて切り換えるようにしても良い。このようにすれば、漏れ燃料吸入量を学習処理に反映させることができ、漏れ燃料吸入量に応じた適正な学習を行うことができる。

【0014】また、冷却水温等の始動条件が異なれば、始動時可燃範囲も異なるため、請求項8のように、始動条件に応じて区分された複数の学習領域を設定し、始動毎にその始動条件に対応する学習領域の学習補正值を更新又は維持し、始動時には、その始動条件に対応する学習領域の学習補正值を用いて第1回目の燃料噴射量を補正するようにしても良い。このようにすれば、始動条件毎に第1回目の燃焼状態が適正となる燃料噴射量を学習でき、学習精度を向上できる。

【0015】また、請求項9のように、始動時に第1回目の燃焼行程での機関回転数の上昇具合又は筒内圧力の上昇具合に基づいて第1回目の燃焼状態を判定するようにしても良い。つまり、始動時に燃焼状態が良くなるほど、機関回転数が上昇し、且つ、筒内圧力が上昇するため、機関回転数の上昇具合又は筒内圧力の上昇具合に基づいて第1回目の燃焼状態を精度良く判定することができる。

(4)

特開平11-182292

きる。

【0016】

【発明の実施の形態】《実施形態（1）》以下、本発明の実施形態（1）を図1乃至図18に基づいて説明する。まず、図1に基づいてエンジン制御系システム全体の概略構成を説明する。内燃機関である例えは4気筒のガソリンエンジン10の吸気ポート11に接続された吸気管12の最上流部にはエアクリーナ13が設けられ、このエアクリーナ13の下流に吸気温センサ14が設けられている。また、吸気管12の途中部には、スロットルバルブ15が設けられ、このスロットルバルブ15をバイパスするバイパス路16にはアイドルスピードコントロールバルブ17が設けられている。上記スロットルバルブ15の開度は、スロットル開度センサ18によって検出され、スロットルバルブ15の下流側の吸気管圧力は、吸気管圧力センサ19によって検出される。

【0017】また、各気筒の吸気ポート11の近傍には、燃料タンク21から供給される燃料を噴射する燃料噴射弁20が設けられている。燃料タンク21内の燃料は燃料ポンプ22→燃料フィルタ23→プレッシャレギュレータ24の経路を経て各気筒の燃料噴射弁20に分配され、プレッシャレギュレータ24により燃料圧力（燃圧）が吸気管圧力に対して一定圧力に保たれると共に、余剰燃料がリターン配管25を通して燃料タンク21内に戻される。

【0018】一方、エンジン10の排気ポート26に接続された排気管27には、排ガス中の酸素濃度を検出する酸素濃度センサ28が設けられている。エンジン10を冷却するウォータージャケット29には、冷却水温を検出する水温センサ30が取り付けられている。また、エンジン10の各気筒のシリンダヘッドには点火プラグ31が取り付けられ、各気筒の点火プラグ31には、イグナイタ付きの点火コイル32とディストリビュータ33によって高電圧が印加され、点火される。

【0019】また、ディストリビュータ33内には、クランク角センサ35と気筒判別センサ36とが設けられている。クランク角センサ35は、エンジン10のクランク軸の回転に応じて所定のクランク角毎にクランク角信号を発生し、そのクランク角信号の周波数によってエンジン回転数が検出される。また、気筒判別センサ36は、エンジン10のカム軸の回転に伴って特定気筒のクランク角基準位置（例えは第1気筒の圧縮TDC及び第4気筒の圧縮TDC）で気筒判別信号を発生し、この気筒判別信号が気筒判別に用いられる。

【0020】前述したクランク角センサ35、気筒判別センサ36、水温センサ30等の各種センサの出力信号は、エンジン制御回路（以下「ECU」と表記する）37に入力される。このECU37は、バッテリ34を電源として動作し、イグニッションスイッチ38のオン信号によりスタータ（図示せず）を駆動すると共に、各気

筒の燃料噴射弁20の開弁時間（燃料噴射時間）を調整して燃料噴射量を制御し、エンジン10を始動させる。この際、ECU37は、クランク角センサ35と気筒判別センサ36の出力信号から気筒を判別し、始動時に第1回目の燃料噴射から吸気行程に同期した燃料噴射を行う噴射時期制御手段として機能する。

【0021】このECU37は、マイクロコンピュータを主体として構成され、内蔵されたROM（記憶媒体）には、後述する燃料噴射制御用の各ルーチンが記憶されている。以下、各ルーチンの処理内容を説明する。

【0022】【始動時燃料噴射制御メインルーチン】図2に示す始動時燃料噴射制御メインルーチンは、イグニッションスイッチ38のオン後に所定時間毎（例えは4ms毎）に次のように実行される。まず、ステップ100で、初期化ルーチンを実行し、RAM等の記憶領域に初期値がセットされると共に、各種入力信号がチェックされる。次のステップ200で、後述する図3の始動時可燃範囲推定ルーチンを実行して、エンジン10の冷却水温に基づいて気筒内の混合気が燃焼可能な空燃比の範囲を推定する。この始動時可燃範囲推定ルーチンの処理が特許請求の範囲でいう始動時可燃範囲推定手段としての役割を果たす。

【0023】その後、ステップ300に進み、後述する図6の停止中燃料漏れ量推定ルーチンを実行して、エンジン停止中に燃料噴射弁20から漏れた燃料の総量を推定する。次のステップ400で、後述する図11の漏れ燃料吸入量推定ルーチンを実行して、燃料噴射弁20から漏れた燃料のうち1つの気筒内に吸入される漏れ燃料吸入量を推定する。これら停止中燃料漏れ量推定ルーチンと漏れ燃料吸入量推定ルーチンの処理が特許請求の範囲でいう漏れ燃料吸入量推定手段としての役割を果たす。

【0024】そして、次のステップ500で、後述する図12の始動時噴射量算出ルーチンを実行して、ステップ400で求めた漏れ燃料吸入量を考慮して、始動時の吸入混合気の空燃比がステップ200で求めた始動時可燃範囲内となるように始動時の燃料噴射量を算出する。この始動時噴射量算出ルーチンの処理が特許請求の範囲でいう始動時噴射量算出手段としての役割を果たす。この始動時燃料噴射量で、第1回目の燃料噴射から各気筒の吸気行程に同期させて燃料を噴射する。

【0025】この後、ステップ600に進み、後述する図14の補正値学習ルーチンを実行して、第1回目の噴射燃料の燃焼状態を判定し、その判定結果に基づいて、次回の始動時の燃料噴射量算出に反映させる補正値を学習する。この補正値学習ルーチンの処理が特許請求の範囲でいう学習手段としての役割を果たす。始動時には、上記各ステップ200～600の処理が繰り返し行われる。

【0026】【始動時可燃範囲推定ルーチン】図3に示

(5)

特開平11-182292

す始動時可燃範囲推定ルーチン（図2のステップ200）は、例えば8ms毎に次のように実行される。まず、ステップ201で、水温センサ30で検出された冷却水温TWHを読み込み、次のステップ202で、図4に示す冷却水温TWHをパラメータとする始動時可燃範囲のリーン限界曲線のマップを検索し、現在の冷却水温TWHに応じた始動時可燃範囲のリーン限界AFLleanを求める。この始動時可燃範囲のリーン限界AFLleanは、始動時に気筒内に吸入される混合気が完全燃焼できる空燃比のリーン限界であり、このリーン限界より薄い混合気は不完全燃焼となる。

【0027】次のステップ203で、図4に示す冷却水温TWHをパラメータとする始動時可燃範囲のリーン限界曲線のマップを検索し、現在の冷却水温TWHに応じた始動時可燃範囲のリーン限界AFLleanを求める。この始動時可燃範囲のリーン限界AFLleanは、始動時に気筒内に吸入される混合気が完全燃焼できる空燃比のリーン限界であり、このリーン限界より薄い混合気は不完全燃焼となる。

【0028】次のステップ204で、クランキング時の1気筒当たりの吸入空気量QCRNK [g] を次式により算出する。

$$QCRNK = (\text{総排気量}) / 4 \times KTP \times (\text{空気比重}) \quad [g]$$

上式において、「4」はエンジン10の気筒数、KTPは充填効率である。この充填効率KTPは、図5に示すエンジン回転数NEと吸気管圧力Pmとをパラメータとする充填効率マップから求める。この充填効率マップは、予め、実験データや理論式によって設定され、ECU37のROMに記憶されている。

【0029】吸入空気量QCRNKの算出後、ステップ205に進み、ステップ202で求めたリーン限界AFLleanに相当するリーン限界燃料量FLEAN [g] を次式により算出する。

$$FLEAN = QCRNK / AFLlean \quad [g]$$

【0030】この後、ステップ206に進み、ステップ203で求めたリッチ限界AFRichに相当するリッチ限界燃料量FRICH [g] を次式により算出して、本ルーチンを終了する。

$$FRICH = QCRNK / AFLrich \quad [g]$$

【0031】ここで、リーン/リッチ限界燃料量FLEAN, FRICHは、冷却水温TWHに応じて予め作成したマップ等から求めるようにも良いが、バッテリ電圧やオイルの粘性の違いによって、クランキング時のエンジン回転数NEが変動して、吸入空気量QCRNKが変動するため、本ルーチンのように、冷却水温TWHに応じて求めたリーン/リッチ限界AFLlean, AFLrichと吸入空気量QCRNKを用いてリーン/リッチ限界燃料量FLEAN, FRICHを算出すれば、吸入空気量QCRNKが変動しても、リーン/リッチ限界燃料量FLEAN, FRICHが変動しない。

$$q25(P) = (a \times q0 - b) \times P^{1/c} \quad ----- (1)$$

$$FLEAK = \sum \{ q25(P) \} \times FPTHW \quad ----- (2)$$

【0036】ここで、a, b, cは、燃料供給系で異なる燃圧特性から燃料の漏れ量を求めるための変換定数である。Pは現在の燃圧 (kPa) であり、図8に示す停止時間をパラメータとする燃圧変化特性のマップを検索して、現在までの停止時間に応じた燃圧Pを求める。q

は、基準温度（例えば25°C）、基準燃圧の時に1分間当たり全気筒の燃料噴射弁20から漏れる燃料の合計量 (mm³/min) である。この合計燃料漏れ量q0は、図9に示すような分布特性を示し、この分布特性から、合計燃料漏れ量q0のばらつき中心値q (av) と

RICHを精度良く算出することができる。

【0032】尚、予め冷却水温TWHと吸入空気量QCRNK（又はエンジン回転数NEと吸気管圧力Pm）とをパラメータとするリーン/リッチ限界燃料量FLEAN, FRICHのマップを実験データや理論式によって作成しておき、このマップからリーン/リッチ限界燃料量FLEAN, FRICHを求めるようにしても良い。

【0033】【停止中燃料漏れ量推定ルーチン】図6に示す停止中燃料漏れ量推定ルーチン（図2のステップ300）は、エンジン停止中もバックアップ電源により例えば50ms毎に実行され、エンジン停止中に全気筒の燃料噴射弁20から漏れた燃料の総量（漏れ燃料積算値FLEAK）を次のようにして算出する。まず、ステップ301で、前回のエンジン停止（イグニッションスイッチ38のオフ）から現在までの経過時間を停止時間計測タイマ（図示せず）で計測して、その経過時間（停止時間）を読み込み、次のステップ302で、現在の冷却水温TWHを読み込む。

【0034】この後、ステップ303に進み、図7に示す冷却水温TWHをパラメータとする水温補正值FPTHWのマップを検索して、現在の冷却水温TWHに応じた水温補正值FPTHWを求める。次のステップ304で、この水温補正值FPTHWを用いて漏れ燃料積算値FLEAKを次式により算出する。

【0035】

【数1】

ばらつき上限値 q (3σ) が求められる。

【0037】上記(1), (2)式の計算をエンジン停止中にバックアップ電源により例えれば 50ms 毎に繰り返すことで、エンジン停止中に全気筒の燃料噴射弁 20 から漏れた燃料を積算し、前回のエンジン停止から現在までの漏れ燃料積算値 FLEAK を算出する。そして、始動当初(スタートオン時)に算出した漏れ燃料積算値 FLEAK がエンジン停止中の漏れ燃料の総量となる。この場合、合計燃料漏れ量 q_0 のばらつき中心値 q (av) とばらつき上限値 q (3σ) を用いて、漏れ燃料積算値 FLEAK のばらつき中心値 FLEAK (av) とばらつき上限値 FLEAK (3σ) が算出される。

【0038】尚、本ルーチンでは、エンジン停止中に漏れ燃料を積算するようにしたが、予め、図10に示すように、停止時間をパラメータとする漏れ燃料積算値 FLEAK のマップを実験データや理論式により作成して、ECU37のROMに記憶しておき、始動当初(スタートオン時)に、このマップを検索して停止時間に応じた漏れ燃料積算値 FLEAK を求めるようにしても良い。

【0039】【漏れ燃料吸入量推定ルーチン】図11に示す漏れ燃料吸入量推定ルーチン(図2のステップ400)は、例えれば 16ms 毎に実行され、1気筒当たりの漏れ燃料吸入量を次のようにして推定する。まず、ステップ401で、吸気管容積 VIN を読み込む。ここで、吸気管容積 VIN は、エンジン停止中に漏れた燃料が時間の経過に伴って拡散すると推定される吸気管 12 の吸気ポート 11 からエアクリーナ 13 までの全容積である。次のステップ402で、前記始動時可燃範囲推定ルーチンで求めた充填効率 KTP を読み込んだ後、ステップ403で、前記停止中燃料漏れ量推定ルーチンで算出した漏れ燃料積算値 FLEAK を読み込む。

【0040】この後、ステップ404で、漏れた燃料のうち1つの気筒内に吸入される漏れ燃料吸入量 FLK を次式により算出する。

$FLK = (排気量 / 4 \times KTP) / VIN \times FLEAK$
つまり、エンジン停止中に漏れた燃料が吸気管 12 内全体に拡散していると推定し、吸気管容積 VIN に対する1気筒分の吸入空気量(排気量/4 × KTP)の比率を、漏れ燃料積算値 FLEAK に乘算することで、1気筒内に吸入される漏れ燃料吸入量 FLK を算出する。

【0041】この際、漏れ燃料積算値 FLEAK のばらつき中心値 FLEAK (av) とばらつき上限値 FLEAK (3σ) を用いて、漏れ燃料吸入量 FLK のばらつき中心値 FLK (av) とばらつき上限値 FLK (3σ) が算出される。

【0042】【始動時噴射量算出ルーチン】図12に示す始動時噴射量算出ルーチン(図2のステップ500)は、所定クランク角毎(例えば 30°C A 毎)に実行され、始動時の燃料噴射量(始動時噴射時間 TAU)を次のようにして算出する。まず、ステップ501で、エン

ジン回転数 NE が例えれば 500 rpm よりも高いか否かを判定する。ここで、500 rpm は、始動完了と判定するのに十分な回転数である。もし、エンジン回転数 NE が 500 rpm よりも高ければ、始動完了と判定され、ステップ800に進み、後述する始動後噴射制御を実行する。

【0043】上記ステップ501で、エンジン回転数 NE が 500 rpm 以下の場合には、始動完了前と判定され、ステップ502に進み、前記始動時可燃範囲推定ルーチンで算出したリーン限界燃料量 FLEAN に、後述する図14の補正値学習ルーチンで学習した学習補正値 FGAK を乗算して暫定の燃料噴射量 X を算出する。

$$X = FLEAN \times FGAK$$

【0044】この後、ステップ503に進み、漏れ燃料吸入量のばらつき上限値 FLK (3σ) を考慮した時の第1のリッチ限界噴射量 KG1 (図13参照) を、リッチ限界燃料量 FRICH から漏れ燃料吸入量のばらつき上限値 FLK (3σ) を差し引いて求める。

$$KG1 = FRICH - FLK (3\sigma)$$

【0045】この後、ステップ504に進み、第2のリッチ限界噴射量 KG2 (図13参照) を次式により算出する。

$$KG2 = FRICH - (FLK (3\sigma) - FLK (av))$$

ここで、 $FLK (3\sigma) - FLK (av)$ は、漏れ燃料吸入量のばらつき上限値 FLK (3σ) からばらつき中心値 FLK (av) を差し引いた値、つまり、ばらつき中心値 FLK (av) からばらつき上限値 FLK (3σ) までの偏差である。

【0046】次のステップ505で、暫定の燃料噴射量 X を第1のリッチ限界噴射量 KG1 と比較し、 $X \leq KG1$ と判定された場合、つまり暫定の燃料噴射量 X が第1のリッチ限界噴射量 KG1 よりもリーン側に位置している場合には、ステップ506に進み、後述する図14の補正値学習ルーチンで用いる学習ディザイナ値 KDZ を所定値 a にセットする。この後、ステップ507に進み、リーン限界燃料量 FLEAN [g] を燃料噴射弁 20 の燃料噴射時間 TLEAN [ms] に変換し、次のステップ508で、このリーン限界の燃料噴射時間 TLEAN に学習補正値 FGAK を乗算して始動時噴射時間 TAU を算出する。

$$TAU = TLEAN \times FGAK$$

つまり、リーン限界の燃料噴射時間 TLEAN を学習補正値 FGAK で補正して始動時噴射時間 TAU を求めれる。

【0047】一方、ステップ505で、 $X > KG1$ と判定された場合、つまり、暫定の燃料噴射量 X が第1のリッチ限界噴射量 KG1 よりリッチ側に位置する場合には、暫定の燃料噴射量 X がリッチ限界燃料量 FRICH に近いため、漏れ燃料吸入量のばらつき度合いによっては、気筒内に吸入される燃料の総量がリッチ限界燃料量

F R I C H を越えてリッチ失火する可能性があると判断し、ステップ509に進み、学習ディザ値K D Z を $\alpha/2$ に切り換えて、学習補正值F G A K を小刻みに更新させるようにする。

【0048】この後、ステップ510に進み、暫定の燃料噴射量Xを第2のリッチ限界噴射量K G 2 と比較し、 $X \leq K G 2$ と判定された場合、つまり暫定の燃料噴射量Xが第2のリッチ限界噴射量K G 2 よりもリーン側に位置している場合には、リッチ失火する可能性がないと判断し、前述した $X \leq K G 1$ の場合と同じく、ステップ507, 508に進み、リーン限界の燃料噴射時間T L E A N を学習補正值F G A K で補正して始動時噴射時間T A U を求める。

【0049】これに対し、上記ステップ510で、 $X > K G 2$ と判定された場合、つまり、暫定の燃料噴射量Xが第2のリッチ限界噴射量K G 2 よりもリッチ側に位置している場合には、暫定の燃料噴射量Xを始動時の燃料噴射量として採用すると、漏れ燃料吸入量のばらつき度合いによっては、気筒内に吸入される燃料の総量がリッチ限界燃料量F R I C H を越えてリッチ失火する可能性があるため、ステップ511に進み、始動時の燃料噴射量を第2のリッチ限界噴射量K G 2 でガード処理すべく、第2のリッチ限界噴射量K G 2 [g] を燃料噴射時間T K G 2 [ms] に変換し、次のステップ512で、このT K G 2 を始動時噴射時間T A U として採用する。

【0050】このようにして算出された始動時噴射時間T A U で、E C U 37は、始動時に第1回目の燃料噴射から各気筒の吸気行程に同期させて燃料を噴射する。

【0051】【補正值学習ルーチン】図14に示す補正值学習ルーチン(図2のステップ600)は、例えば30°C A毎に実行され、学習補正值F G A K を次のようにして更新する。まず、ステップ601で、クランクング開始後の全気筒の燃料噴射弁20の合計噴射回数をカウントするカウンタC I N J のカウント値が2以下であるか否かを判定する。このカウンタC I N J のカウント値が2以下の時、つまり合計噴射回数が2回以下の時は、図15に示すように、第1回目の燃料噴射を行った気筒が第1回目の燃焼行程(爆発行程)に達しておらず、第1回目の燃焼状態を判定できないので、以降の処理を行うことなく、本ルーチンを終了する。図15に示すように、始動時に、気筒判別後、例えば#3気筒から吸気行程に同期して燃料噴射を開始した場合には、#3気筒の吸気→圧縮の2工程(180°C A × 2)を経て第1回目の燃焼行程となり、この第1回目の燃焼行程に到達する前に、#4気筒で燃料噴射が行われる。

【0052】一方、上記ステップ601で、カウンタC I N J のカウント値が2を越えている場合(合計噴射回数が3回以上の場合)には、噴射燃料が燃焼可能であると判断し、ステップ602に進み、第1回目の噴射燃料が燃焼する第1回目の燃焼点であるか否かを判定する。

もし、第1回目の燃焼点であれば、ステップ603に進み、第1回目の燃焼状態が適正であるか否かを判定するために、エンジン回転数N E が所定回転数(N E C R N K + β)以下であるか否かを判定する。ここで、N E C R N K はクランクング回転数の平均値、 β は適正燃焼時の回転数上昇量判定値である。この回転数上昇量判定値 β は、図16に示す冷却水温T H W をパラメータとするマップから、現在の冷却水温T H W に応じて求められる。このステップ603の処理が特許請求の範囲でいう燃焼状態判定手段として機能する。

【0053】始動時のエンジン回転数N E は、第1回目の噴射燃料が燃焼すると、その燃焼の度合いに応じて上昇するため、第1回目の燃焼点のエンジン回転数N E を、十分なトルクを発生できる適正燃焼時の回転数下限値(N E C R N K + β)と比較することで、第1回目の燃焼状態を判定することができる。

【0054】上記ステップ603で、 $N E > N E C R N K + \beta$ と判定されれば、第1回目の燃焼状態が適正(完全燃焼)であったと判断し、次回の始動時の燃料噴射量を補正する必要がないため、学習補正值F G A K を更新せずに本ルーチンを終了する。

【0055】これに対して、ステップ603で、 $N E \leq N E C R N K + \beta$ と判定されれば、第1回目の燃焼状態が適正でなかったと判断し、ステップ604に進み、学習補正值F G A K を次式により更新する。

$$F G A K(i) = (F G A K(i-1) \times F L E A N + K D Z) / F L E A N$$

【0056】ここで、F G A K(i) は今回の学習補正值、F G A K(i-1) は前回の学習補正值である。この学習補正值F G A K は、リーン限界燃料量F L E A N を基準にしてリッチ側に補正する割合を示す値である。K D Z は前記始動時噴射量算出ルーチンで決定した学習ディザ値であり、 $X \leq K G 1$ の時は $K D Z = \alpha$ が用いられ、 $X > K G 1$ の時は、 $K D Z = \alpha/2$ が用いられる。尚、上式で用いた学習ディザ値K D Z は燃料噴射量(F G A K × F L E A N)に対するディザ値(補正量)であるが、学習ディザ値K D Z を学習補正值F G A K に対するディザ値に設定した場合には、次式により学習補正值F G A K を更新すれば良い。

$$F G A K(i) = F G A K(i-1) + K D Z$$

【0057】このステップ604で更新された学習補正值F G A K は、E C U 37のバックアップRAM(図示せず)に記憶され、イグニッションスイッチ38がオフされても保持され、次回の始動時噴射時間T A U の算出に用いられる。これにより、次回の始動時の第1回目の燃料噴射量は、学習ディザ値K D Z 分だけリッチ側に增量補正され、第1回目の燃焼状態が改善される。

【0058】一方、前述したステップ602で、第1回目の燃焼点でないと判定された場合(つまり2回目以降の燃焼点と判定された場合)には、ステップ605に進

み、ステップ603と同様に、 $N_E \leq N_E CRNK + \beta$ であるか否かを判定し、 $N_E \leq N_E CRNK + \beta$ の場合には、2回目以降の燃焼状態が適正でないと判断して、ステップ606に進み、始動時噴射時間T A Uに所定の補正値 γ を加算し、始動時噴射時間T A Uをリッチ側に補正して、本ルーチンを終了する。ここで、補正値 γ は始動時噴射時間T A Uを適当な振り幅でリッチ側に補正する値であり、予め実験等により設定されている。

【0059】また、上記ステップ603で、 $N_E > N_E CRNK + \beta$ である場合には、2回目以降の燃焼状態が適正と判断し、本ルーチンを終了する。

【0060】以上説明した学習処理について図17のタイムチャートを用いて説明する。1回目の始動時に、第1回目の燃焼点で、エンジン回転数N Eが所定値($N_E CRNK + \beta$)に到達していないため、学習補正値F G A K

(初期値は例えば1.0とする)は、学習ディザイナ値K D Zに応じてリッチ側に更新される。図17の例では、2回目、3回目の始動時も、同様に、第1回目の燃焼点で、エンジン回転数N Eが所定値($N_E CRNK + \beta$)に到達していないため、学習補正値F G A Kは順次更新される。このようにして、始動毎に学習補正値F G A Kが更新され、順次、燃焼状態が改善されていく。そして、4回目の始動で、始めてエンジン回転数N Eが所定値($N_E CRNK + \beta$)に到達すると、適正な燃焼状態と判定され、学習補正値F G A Kは、3回目の始動時に更新された値に保持される。このようにして、始動時の燃料噴射量が第1回目の燃焼状態に応じて最適化されていく。

【0061】〔始動後噴射制御ルーチン〕図18に示す始動後噴射制御ルーチン(図12のステップ800)は、例えば30°C A毎に次のように実行される。まず、ステップ801、802で、エンジン回転数N Eと吸気管圧力P mを読み込んだ後、ステップ803で、吸気管圧力変化量 $\Delta P m$ を算出する。この後、ステップ804～807で、吸気温THA、冷却水温THW、スロットル開度TA及び排気中の酸素濃度を検出し、ステップ808で、エンジン回転数N Eと吸気管圧力P mに応じて基本噴射時間T Pを算出する。

【0062】そして、次のステップ809で、冷却水温THWに応じて水温補正係数F WLを算出した後、ステップ810で、冷却水温THWと始動後経過時間に応じて始動後補正係数F ASBを算出する。更に、ステップ811で、吸気温THAに応じて吸気温補正係数F THAを算出した後、ステップ812で、スロットル開度TAとエンジン回転数N Eと吸気管圧力P mに応じて高負荷補正係数F OTPを算出する。この後、ステップ813で、排気中の酸素濃度に応じて空燃比フィードバック補正係数F A/Fを算出した後、ステップ814で、吸気管圧力変化量 $\Delta P m$ に応じて加速補正パラスT ACCを算出する。そして、次のステップ815で、燃料噴射時間T A Uを次式により算出する。

$$T A U = T P \times F WL \times F THA \times (F ASB + F OTP) \times F A/F + T ACC$$

【0063】以上説明した実施形態(1)によれば、エンジン停止中の漏れ燃料吸入量を考慮して始動時の第1回目の吸入混合気の空燃比が始動時可燃範囲となるように第1回目の燃料噴射量を算出し、且つ、始動時に気筒判別して第1回目の燃料噴射から吸気行程に同期した燃料噴射を行うので、吸気ポート等への燃料の付着(ウェット)を少なくし、且つ漏れ燃料の吸入の影響を受けずに、第1回目の燃料噴射から混合気の空燃比を確実に始動時可燃範囲に設定でき、第1回目の噴射燃料から確実に燃焼させることができて、始動性を向上できると共に、始動時のHC排出量を低減でき、近年の益々厳しくなる排ガス規制や始動性向上の要求にも十分に対応することができる。

【0064】しかも、始動時に第1回目の吸入混合気の燃焼状態を判定し、その燃焼状態に応じて次の始動時の第1回目の燃料噴射量に対する学習補正値を更新するようにしたので、燃料噴射弁20等の燃料供給系部品やセンサ等の制御系部品の個体差(ばらつき)や経時劣化による燃料噴射特性のばらつきがあっても、このばらつきを学習効果により自動的に修正することができ、始動性向上や排気エミッション低減の効果を長期間安定して持続させることができる。

【0065】更に、始動時可燃範囲におけるリーン限界を基準にして第1回目の燃料噴射量を算出するようにしたので、第1回目の燃料噴射量を始動時可燃範囲内で必要最少量に設定することができ、始動時のHC排出量の大幅な低減が可能となる。

【0066】《実施形態(2)》ところで、図19に示すように、始動時間は、噴射燃料の粒径が小さくなるほど短くなり、燃料粒径が100 μm以下になると、始動時間がほぼ1secとなる。また、図20に示すように、始動時のHC排出量は、燃料粒径が小さくなるほど低下する。従って、始動性向上や始動時のHC排出量低減を図るには、燃料を微粒化して噴射することが好ましい。

【0067】この観点から、図21に示す本発明の実施形態(2)では、燃料微粒化手段としてエアアシスト型の燃料噴射弁40を採用している。この燃料噴射弁40には、エアミキシングソケット41が装着され、スロットルバルブ15をバイパスする三方弁型のアイドルスピードコントロールバルブ(以下「ISC」と表記する)42からバイパスエアの一部がアシストエアとしてエア通路43を通してエアミキシングソケット41に供給される。このアシストエアは、スロットルバルブ15の上流側と下流側の差圧によってエアミキシングソケット41側に送られ、燃料噴射時にアシストエアを燃料噴射弁40の噴射燃料と混合して噴射することで、噴射燃料を微粒化する。

(9)

特開平11-182292

【0068】アシストエアの流量は、三方弁型のISC42の開度調節によって調節され、ISC42からスロットルバルブ15の下流側に戻されるバイパスエアと燃料噴射弁40側に送られるアシストエアとの合計流量が目標バイパス流量となるようにアイドル回転制御が行われる。また、アシストエアとバイパスエアとの分配比は、エンジン運転状態に応じて制御される。始動時の燃料噴射制御と学習制御は前記実施形態(1)と同じである。

【0069】この実施形態(2)のように、エアアシスト型の燃料噴射弁40を用いて噴射燃料を微粒化すれば、始動性向上とHC排出量低減の効果を更に高めることができる。

【0070】尚、燃料微粒化手段は、エアアシスト方式のものに限定されず、燃料噴射弁の改良により噴射燃料を微粒化するようにしても良い。或は、プレッシャーレギュレータ24の設定圧を高くし、燃料ポンプ22の吐出圧を高めて、燃料噴射弁への供給燃圧を高くすることで、噴射燃料を微粒化するようにしても良い。

【0071】《実施形態(3)》前記実施形態(1)では、始動時に第1回目の燃焼行程でのエンジン回転数の上昇具合によって第1回目の燃焼状態を判定するようにしたが、図22に示すように、燃焼状態に応じて筒内圧力の上昇具合が変化するため、筒内圧力の上昇具合に基づいて第1回目の燃焼状態を判定することが可能である。

【0072】そこで、図23に示す本発明の実施形態(3)では、筒内圧力センサ45付きの点火プラグ46をエンジン10のシリンダヘッドに取り付け、筒内圧力センサ45によって、燃焼時の筒内圧力とコンプレッション圧力を検出して、両者の圧力差(燃焼時の筒内圧力上昇量)を算出し、これを判定値と比較することで、完全燃焼と不完全燃焼とを判別するようしている。これ以外は、前記実施形態(1)、(2)のいずれかと同じである。

【0073】この場合、図14の補正值学習ルーチンにおいて、ステップ603、605で、燃焼時の筒内圧力上昇量が判定値以下であるか否かを判定すれば良く、これによって、前記実施形態(1)と同じく、第1回目の燃焼状態に応じて次の始動時の第1回目の燃料噴射量に対する学習補正值を更新することができる。尚、燃焼時の筒内圧力上昇量とエンジン回転数の上昇量の両方を用いて第1回目の燃焼状態を判定するようにしても良い。

【0074】《実施形態(4)》冷却水温等の始動条件が異なれば、始動時可燃範囲も異なるため、本発明の実施形態(4)では、始動条件に応じて区分された複数の学習領域を設定し、始動毎にその始動条件に対応する学習領域の学習補正值を更新又は維持し、始動時には、その始動条件に対応する学習領域の学習補正值を用いて第

1回目の燃料噴射量を補正する。これ以外は、前記実施形態(1)～(3)のいずれかと同じである。

【0075】この実施形態(4)では、始動条件毎に第1回目の燃焼状態が適正となる燃料噴射量を学習でき、学習精度を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態(1)におけるエンジン制御系システム全体の概略構成を示す図

【図2】始動時燃料噴射制御メインルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図3】始動時可燃範囲推定ルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図4】始動時可燃範囲を示す図

【図5】充填効率マップを示す図

【図6】停止中燃料漏れ量推定ルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図7】冷却水温THWと水温補正值FTP THWとの関係を示す図

【図8】停止時間と燃圧の関係を示す図

【図9】燃料噴射弁の合計燃料漏れ量の分布特性を示す図

【図10】停止時間と漏れ燃料積算値PLEAKの関係を示す図

【図11】漏れ燃料吸入量推定ルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図12】始動時噴射量算出ルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図13】始動時の燃料噴射量の算出方法を説明する図

【図14】補正值学習ルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図15】始動時の燃料噴射制御の一例を示すタイムチャート

【図16】冷却水温THWと回転数上昇量判定値βとの関係を示す図

【図17】始動時の学習制御の一例を示すタイムチャート

【図18】始動後噴射制御ルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図19】燃料粒径と始動時間との関係を示す図

【図20】燃料粒径と始動時HC排出量との関係を示す図

【図21】本発明の実施形態(2)におけるエンジン制御系システム全体の概略構成を示す図

【図22】燃焼時の筒内圧力の変化を示すタイムチャート

【図23】本発明の実施形態(3)におけるシステムの主要部の構成を示す図

【符号の説明】

10…エンジン(内燃機関)、12…吸気管、20…燃料噴射弁、30…水温センサ、22…燃料ポンプ、35

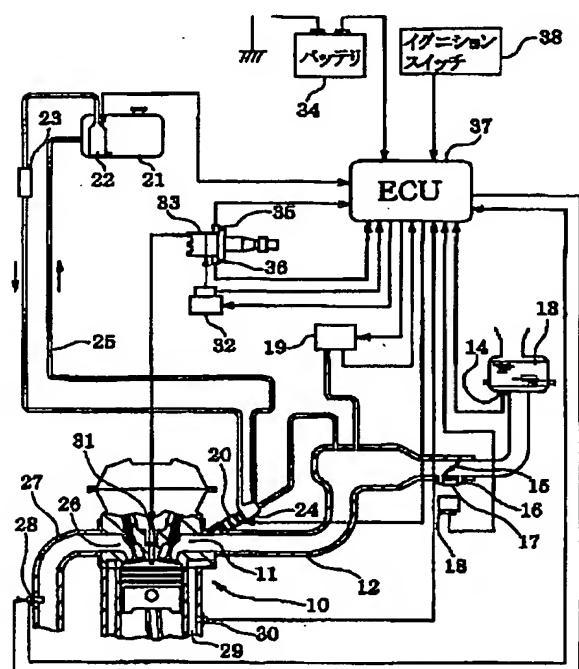
(10)

特開平11-182292

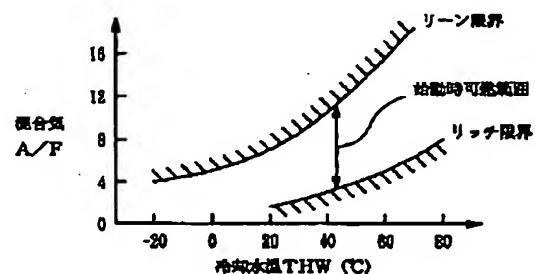
…クランク角センサ、36…気筒判別センサ、37…ECU（噴射時期制御手段、始動時可燃範囲推定手段、漏れ燃料吸入量推定手段、始動時噴射量算出手段、燃焼状

態判定手段、学習手段）、40…燃料噴射弁、41…エアミキシングソケット、42…ISC、43…エア通路、45…筒内圧力センサ、46…点火プラグ。

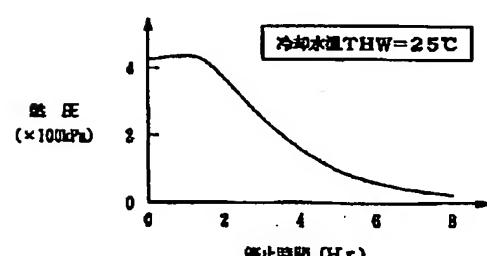
【図1】



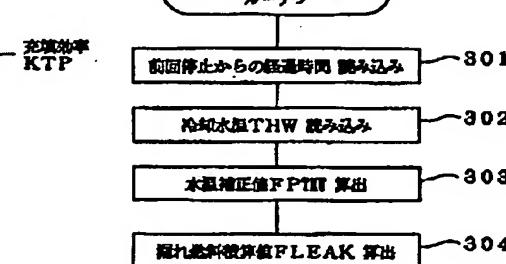
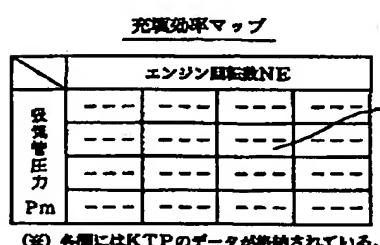
【図4】



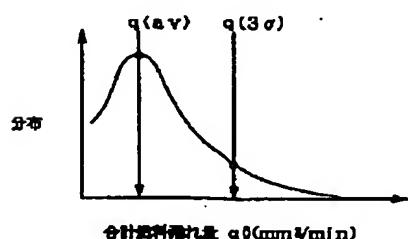
【図8】



【図5】



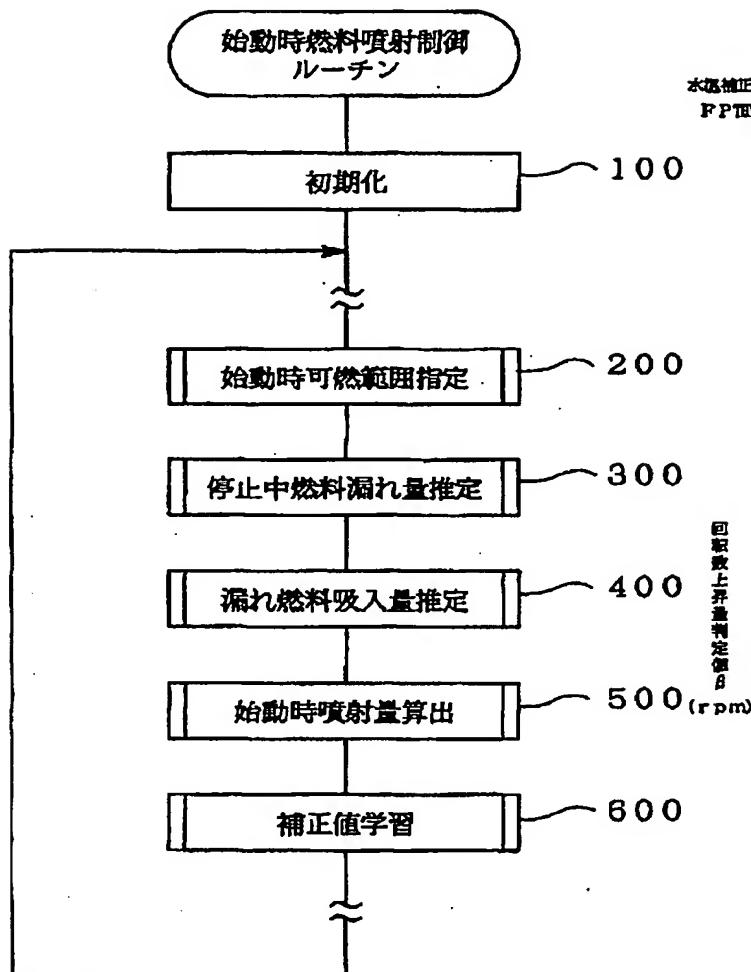
【図6】



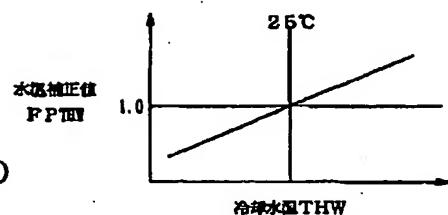
(11)

特開平11-182292

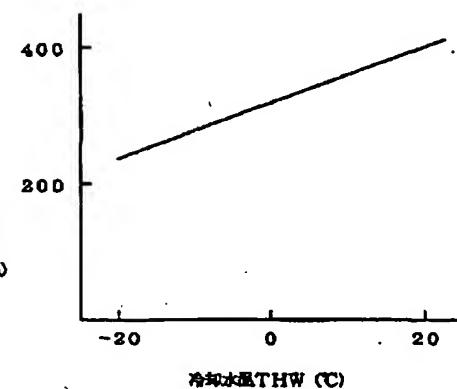
【図2】



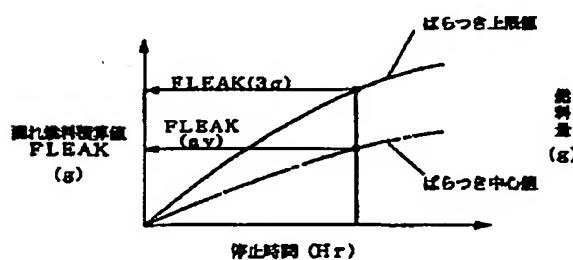
【図7】



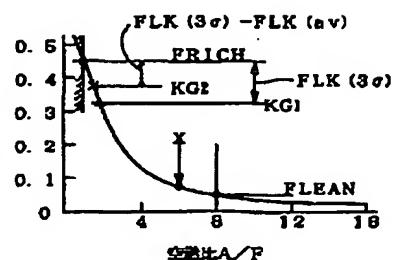
【図16】



【図10】



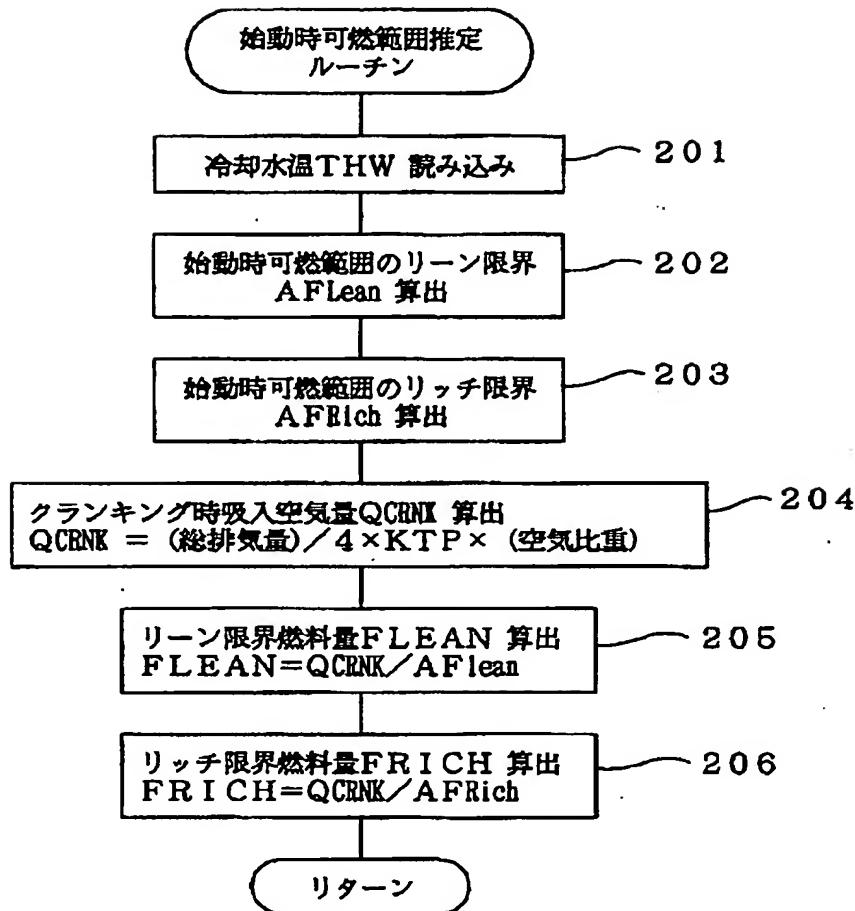
【図13】



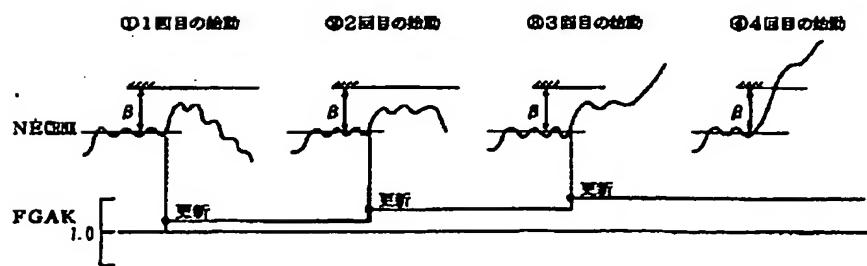
(12)

特開平11-182292

【図3】



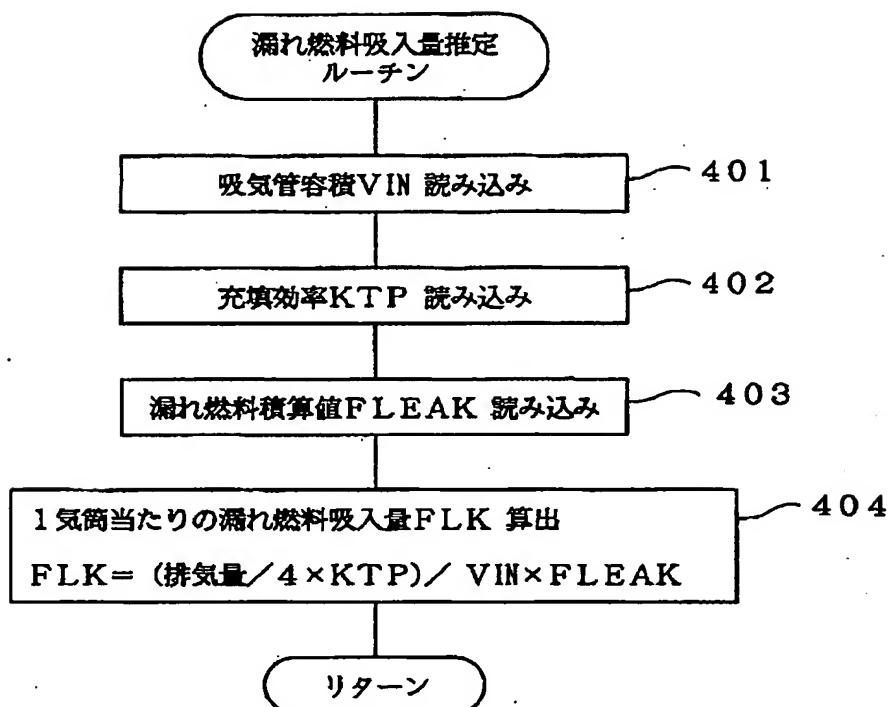
【図17】



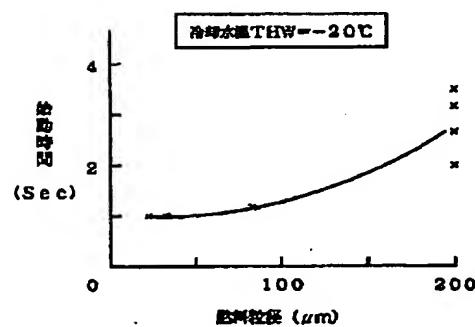
(13)

特開平11-182292

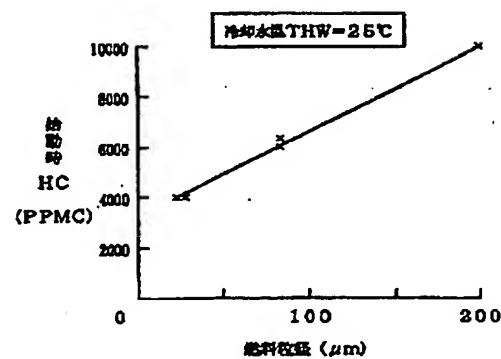
【図11】



【図19】



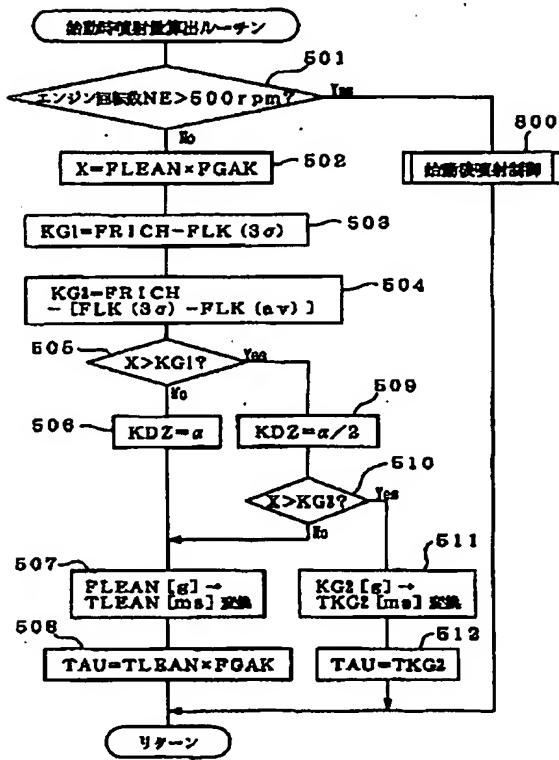
【図20】



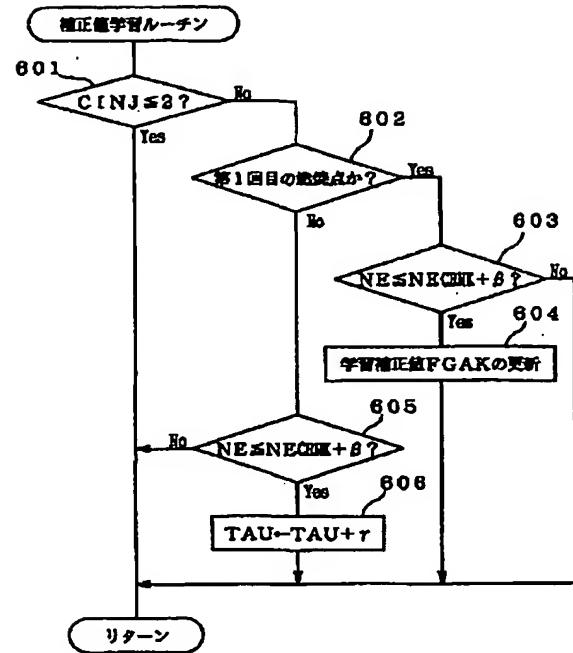
(14)

特開平11-182292

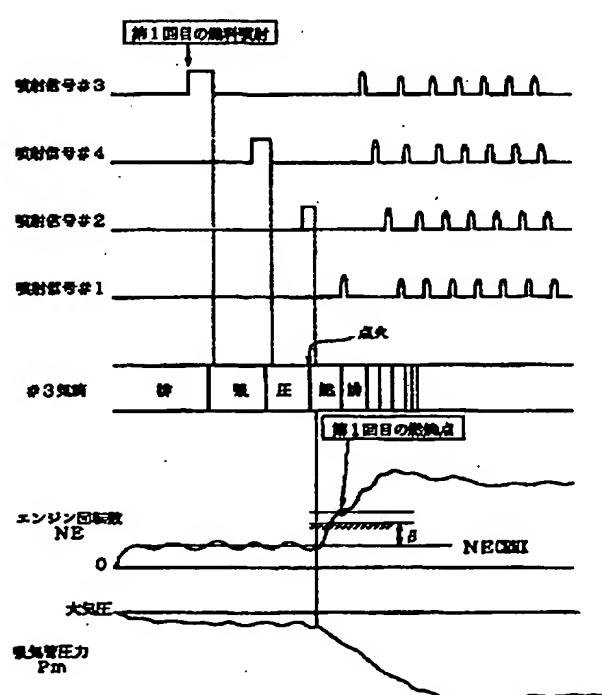
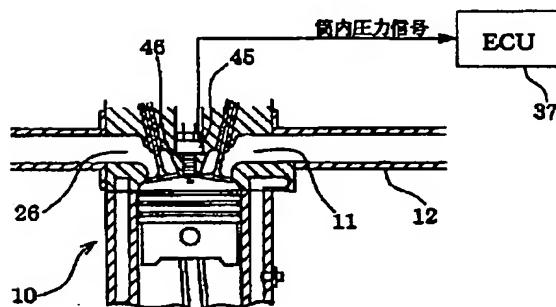
【図12】



【図14】



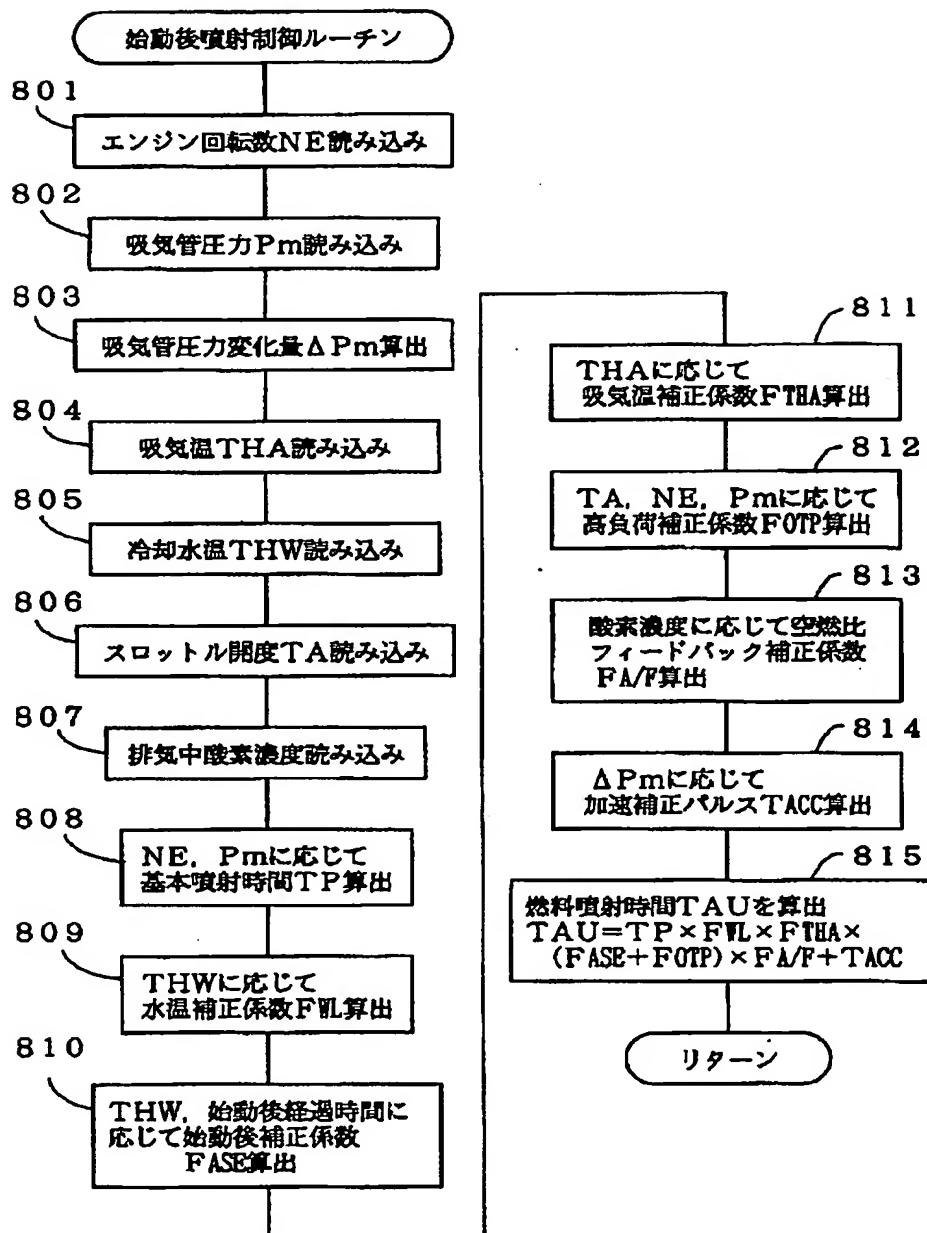
【図23】



(15)

特開平11-182292

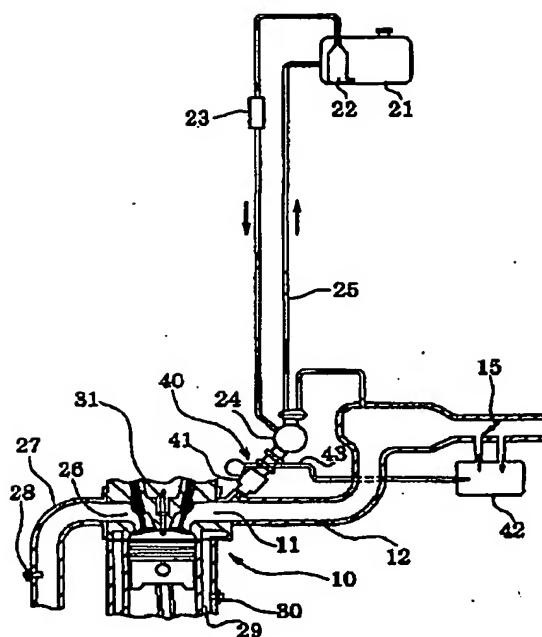
【図18】



(16)

特開平11-182292

【図21】



【図22】

